

**Заключение диссертационного совета МГУ.016.5
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.**

Решение диссертационного совета от 22 декабря 2023 г., протокол № 64
о присуждении Искриной Анастасии Витальевне, гражданке Российской Федерации,
ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Фазовые отношения в системах с участием оксидных фаз переходной
зоны и нижней мантии Земли» по специальности 1.6.3 – петрология, вулканология
(геолого-минералогические науки) принята к защите диссертационным советом МГУ.016.5
10 ноября 2023 года, протокол № 60.

Соискатель Искрина Анастасия Витальевна, 1994 года рождения, в 2022 году
окончила аспирантуру очной формы обучения ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В.Ломоносова» по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о
Земле» направленность «Петрология, вулканология» с присвоением квалификации
«Исследователь. Преподаватель-исследователь». С ноября 2019 года работает в
лаборатории мантии в ФГБУН «Институт экспериментальной минералогии имени
академика Д.С. Коржинского Российской академии наук» (ИЭМ РАН) в должности
младшего научного сотрудника. С октября 2020 года по сентябрь 2022 года работала на
кафедре петрологии и вулканологии в ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В.Ломоносова» в должности инженера.

Диссертация выполнена на кафедре петрологии и вулканологии ФГБОУ ВО
«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» и в ФГБУН
«Институт экспериментальной минералогии им. Д.С. Коржинского РАН».

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук, доцент, профессор
РАН, профессор кафедры петрологии и вулканологии геологического факультета ФГБОУ
ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» Бобров Андрей
Викторович.

Официальные оппоненты:

Шацкий Антон Фарисович, доктор геолого-минералогических наук, профессор
РАН, ФГБУН Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН,
главный научный сотрудник;

Дорогокупец Петр Иванович, доктор геолого-минералогических наук, ФГБУН
Институт Земной коры СО РАН, главный научный сотрудник;

Жимулев Егор Игоревич, доктор геолого-минералогических наук, ФГБУН
Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, старший научный
сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 3 опубликованные работы, все 3 по теме диссертационной работы, и все 3 статьи в российских и зарубежных рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для публикации работ к защите в диссертационном совете МГУ по специальности 1.6.3. – «Петрология, вулканология» (геолого-минералогические науки).

Статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности:

1. **Iskrina A. V.**, Spivak A. V., Bobrov A. V., Eremin N. N., Marchenko E. I. and Dubrovinsky L. S. Synthesis and crystal structures of new high-pressure phases CaAl_2O_4 and $\text{Ca}_2\text{Al}_6\text{O}_{11}$ // *Lithos*. 2020. V. 374–375. N. 105689. DOI: 10.1016/j.lithos.2020.105689 (0.72 авт.л.) [Импакт-фактор JIF 3.5] Доля участия 0.5.

2. **Искрина А.В.**, Бобров А.В., Спивак А.В. Постшпинелевые фазы в мантии Земли // *Геохимия*. 2022. Т. 67. № 4. С. 303–317. DOI: 10.31857/S0016752522040021 (1.62 авт.л.) [Импакт-фактор RINC 1.02] Доля участия 0.8.

Iskrina A. V., Bobrov A. V., Spivak A. V. Post-spinel phases in the Earth's mantle // *Geochemistry International*. 2022. V. 60. № 4. P. 311–324. DOI: 10.1134/s0016702922040024 (1.56 авт.л.) [Импакт-фактор RINC 0.8] Доля участия 0.8. Переводная версия.

3. **Iskrina A. V.**, Bobrov A. V., Spivak A. V., Kuzmin A.V., Chariton S., Fedotenko T., Dubrovinsky L. The new $\text{Ca}(\text{Fe},\text{Al})_2\text{O}_4$ phase with calcium ferrite-type 25 structure, a likely carrier of Al in the transition zone and lower mantle // *Journal of Physics and Chemistry of Solids*. 2022. № 171. N. 111031. DOI: 10.1016/j.jpics.2022.111031 (1.13 авт.л.) [Импакт-фактор JIF 4.0] Доля участия 0.5.

Выбор официальных оппонентов обоснован их высокой компетентностью в области петрологии и минералогии, наличием публикаций необходимого научного уровня за последние 5 лет и высокой степенью квалификации в области исследований соискателя. Всё это позволяет им адекватно оценить значимость и содержание диссертации соискателя.

На диссертацию и ее автореферат поступило **7 дополнительных отзывов** от:

- **Каминского Ф.В.**, д.г.-м.н., профессора, чл.-корр. РАН, г.н.с.; лаборатории геохимии углерода им.Э.М.Галимова ФГБУН Институт геохимии и аналитической химии имени В.И. Вернадского РАН,

- **Шумиловой Т.Г.**, д.г.-м.н., г.н.с., зав. лаб. Минералогии алмаза; Институт геологии им. академика Н.П. Юшкина ФИЦ «Коми научного центра УрО РАН»

- **Скублова С.Г.**, д.г.-м.н., доц., главный научный сотрудник лаборатории геологии и геодинамики ФГБУН Институт геологии и геохронологии докембрия РАН,

- **Гаранин В.К.**, д.г.-м.н., профессора, ведущего научного сотрудника кафедры минералогии геологического факультета ФГБОУ ВО Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова,

- **Котельникова А.Р.**, к.г.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории моделей рудных месторождений ФГБУН Институт экспериментальной минералогии им. Д.С. Коржинского РАН и **Сук Н.И.** к.г.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории моделей рудных месторождений ФГБУН Институт экспериментальной минералогии им. Д.С.Коржинского РАН,

- **Чепурова А.А.**, д.г.-м.н., старшего научного сотрудника лаборатории «Экспериментальной петрологии» ФГБУН Института геологии и минералогии им. В.С.Соболева СО РАН,

- **Зедгенизова Д.А.**, д.г.-м.н., профессора РАН, директора ФГБУН Института геологии и геохимии им. академика А.Н.Заварицкого УрО РАН

Все отзывы положительные.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук является научно-квалификационной работой, в результате которой получен ряд научно значимых результатов, среди которых можно выделить следующие.

В работе впервые изучены системы $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$; $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ и $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-Cr}_2\text{O}_3$ в диапазоне давлений 12–25 ГПа, установлены наиболее вероятные структуры для оксидных фаз в мантии Земли. Синтезированы новые фазы $\text{Ca}_2\text{Al}_6\text{O}_{11}$, $\text{CaFe}_{1.2}\text{Al}_{0.8}\text{O}_4$, $\text{Mg}(\text{Cr},\text{Al})_2\text{O}_4$ и $\text{Mg}_2(\text{Al},\text{Cr})_2\text{O}_5$. Показано, что в системе $\text{Mg}(\text{Cr},\text{Al})_2\text{O}_4$ переход между структурными типами кальциоферрита и титаната кальция осуществляется через ассоциацию Al-Cr фаз с различными структурами. Впервые получено уравнение состояния для фазы $\text{CaFe}_{1.2}\text{Al}_{0.8}\text{O}_4$ и зарегистрирован спиновый переход железа в ней. Установлена схема вхождения алюминия в постшпинелевые фазы и его влияние на их сжимаемость. Определен наиболее вероятный диапазон образования твердых растворов между $\text{CaFe}_{1.2}\text{Al}_{0.8}\text{O}_4$ и постшпинелевыми фазами с другим составом. Выявленное обратимое изменение цвета в диапазоне 12-16 ГПа для фаз $\text{Mg}(\text{Cr},\text{Al})_2\text{O}_4$ и $\text{Mg}_2(\text{Al},\text{Cr})_2\text{O}_5$ характеризует вхождение d -элемента Cr^{3+} в структуру в позицию вместе с Al^{3+} . Методом полуэмпирического моделирования исследованы свойства смешения твердых растворов $\text{CaCr}_2\text{O}_4\text{-CaAl}_2\text{O}_4$, $\text{CaCr}_2\text{O}_4\text{-CaFe}_2\text{O}_4$, $\text{MgCr}_2\text{O}_4\text{-MgAl}_2\text{O}_4$ и $\text{MgCr}_2\text{O}_4\text{-MgFe}_2\text{O}_4$ и интерпретирован состав постшпинелевых фаз, образующих включения в нижнемантийных алмазах. Установлено, что вхождение иона Fe^{3+} в постшпинелевые фазы MgCr_2O_4 и CaCr_2O_4 менее выгодно по энергии по сравнению с Al^{3+} при нижнемантийных условиях.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты:

1. Синтезированные в диапазоне давлений 12–25 ГПа фазы CaAl_2O_4 , $\text{Ca}_2\text{Al}_6\text{O}_{11}$, $\text{CaFe}_{1.2}\text{Al}_{0.8}\text{O}_4$, $\text{Mg}(\text{Cr},\text{Al})_2\text{O}_4$ и $\text{Mg}_2(\text{Al},\text{Cr})_2\text{O}_5$ отражают разнообразие состава и наиболее

вероятных структур для оксидных постшпинелевых фаз, являющихся одними из главных концентраторов Al и Cr в условиях переходной зоны и нижней мантии. Для $Mg(Cr,Al)_2O_4$ переход между фазами со структурными типами кальциоферрита и титаната кальция с повышением отношения Cr/Al происходит через трехфазное поле $Mg(Cr,Al)_2O_4$ (структура кальциоферрита) + $Mg_2Cr_2O_5$ (модифицированная структура людвигита) + Cr_2O_3 (эсколаит).

2. Впервые полученное для фазы $CaFe_{1.2}Al_{0.8}O_4$ P–V уравнение состояния в диапазоне давлений до 61 ГПа демонстрирует резкое уменьшение объёма на ~7% при давлении около 50 ГПа, связанное с изменением спинового состояния Fe(III) по механизму изоструктурного фазового перехода. Близкое расположение кривых сжимаемости для $CaFe_{1.2}Al_{0.8}O_4$, Fe_3O_4 и $MgFe_2O_4$, особенно в области наиболее высоких давлений, предполагает преимущественное образование твердых растворов между Fe_3O_4 и постшпинелевыми железосодержащими фазами при давлении выше 50 ГПа.

3. Согласно результатам полуэмпирического моделирования в системе $(Ca,Mg)(Fe^{3+},Al,Cr)_2O_4$ образуются непрерывные твердые растворы, однако вхождение иона Fe^{3+} в постшпинелевые фазы $MgCr_2O_4$ и $CaCr_2O_4$ менее выгодно по энергии, чем вхождение иона Al^{3+} в условиях переходной зоны и нижней мантии Земли.

На заседании 22 декабря 2023 года диссертационный совет МГУ.016.5 принял решение присудить Искриной Анастасии Витальевне учёную степень кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3. – Петрология, вулканология (геолого-минералогические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.6.3. – «Петрология, вулканология (по геолого-минералогическим наукам), участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета (дополнительно введены на разовую защиту 0 человек), проголосовали: «за» – 21, «против» – 1, недействительных бюллетеней – 0.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

диссертационного совета МГУ.016.5
доктор геолого-минералогических наук,
профессор, чл.-корр. РАН

Пеков И.В.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

диссертационного совета МГУ.016.5
доктор химических наук, профессор

Белоконева Е.Л.

22 декабря 2023 года